



TITLE:

森林作業の労働科学的研究：伐木・ 造材作業の労働量について

AUTHOR(S):

山本, 俊明

CITATION:

山本, 俊明. 森林作業の労働科学的研究：伐木・造材作業の労働量について. 京都大学農学部演習林報告 1980, 52: 188-205

ISSUE DATE:

1980-12-25

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191703>

RIGHT:

森林作業の労働科学的研究

— 伐木・造材作業の労働量について —

山 本 俊 明

Studies on the Physiological Evaluation of the Forest Works
-Energy Consumption of Felling and Bucking Operation-

Toshiaki YAMAMOTO

要 旨

本報告は、森林作業においてもっともはげしい労働であり、機械化の進んでいる伐木、造材作業に着目し、作業動作、労働量、標準労働時間について調査し労働科学的に考察した結果である。

その結果、作業動作については、伐木作業、造材作業ともチェーンソー等を持つての傾斜地の移動歩行動作、および伐倒、玉切り作業における作業の姿勢が作業者に多大の負担をあたえる動作であることがわかった。

つぎに、労働量および標準労働時間については、チェーンソーによる伐倒作業の場合、森林内の傾斜地で、5.738Cal/分～6.804Cal/分、平均6.195Cal/分、平坦地で5.080Cal/分～6.490Cal/分、平均5.731Cal/分、平均的な伐木作業の標準労働量は5.916Cal/分でそれにとまう1日の標準労働時間は、304.26分～338.07分が作業者にあまり負担をあたえない時間であると推定する。また、造材作業については、森林内の傾斜地で5.236Cal/分～7.776Cal/分、平均6.067Cal/分、平坦地で3.763Cal/分～5.205Cal/分、平均4.571Cal/分平均的な造材作業の標準労働量は、4.953Cal/分でこれにとまう1日の標準労働時間は363.42分～403.80分であると推定する。

1. ま え が き

わが国における材木需給の現況についてみると、その需要規模は年々増加の傾向をたどっている。また、同時に供給面においては、外材供給量が大幅に増大し、供給量の6割を占め、今後ますます外材によらなければならないといった現状にある。

では、このようなわが国における木材需給の現状を打破するにはどのような方策が考えられるかと云うと、その一つとして、木材消費および利用面での省資源のための創意工夫が考えられるが、やはり森林資源の充実が急務であると考ええる。すなわち、わが国森林資源をそれがもつ木材生産、国土の保全、水資源のかん養、自然環境の保全、形成等の多角的機能を総合的かつ高度に発揮できるような適正な施策をすみやかに強力に実施しなければならない。

森林を造成するには、天然の力を利用した天然更新による場合と、人為により森林を仕立てる人工更新による場合とがある。いずれの場合においても、森林が造成されるまで人為による作業が必ず行なわれる。すなわち、伐期に達した森林、天然林をより生産力の高い経済林に変更する場合、また、あらたに森林を造成する場合の前生樹等の伐木集運材作業、伐採跡地整理のための

地ごしらえ作業、目的樹種を植栽する植付作業、植栽木の生育に支障となる木本や草本を刈取るための下刈、つるきり作業、成林に障害となる雑木や植栽木を切り除く除伐作業、林木の適度の生長維持、樹冠量の調節、完満材造成のための間伐、枝打作業、その他森林に発生する病虫害の予防、駆除などの森林保護作業、林地の生産力低下を防ぐためにとられる肥培、肥料植物の導入かん水等の各種の作業が行なわれる。

このように森林を造成する場合数多くの作業が行なわれなければならないし、これらの作業の一つが欠けても森林の造成は非常に困難であると云える。しかし、現実にはこれらの作業を完全に遂行するためには、かなりの労働と経費が必要であると同時にそれらの作業は労働強度、労働量ともに大きい。

近年、農山林においては、労働力の流出がはげしく、労働力不足のための手入れのおくれた森林が増大する傾向にある。

これは、国有林において過去に不成績造林地が出来た主な原因は、手入れ不足と云われている¹⁾ことからみて非常に重要な問題と考えられる。今後この傾向はますます増大するようになっていくものと考えられ、今後の林業労働者の不足を想うと、保育作業をはじめとする各種森林作業においては、よりよい機械の導入による合理化が必然的になってくるであろう。

しかし、森林作業に、たとえばチェーンソー、刈払機などの機械を導入することにより、労働生産性の面からみれば、作業能率は高度に増大するが、反面、近年社会的に問題となっているチェーンソー、刈払機などの手持振動機械による振動障害などが発症することを考えると、機械化に対する人間工学的な面、安全性の面からの科学的な検討も絶対に欠かすことは出来ない問題である。また、労働環境も以前にくらべて自動車など機械の普及による山村の都市化の現象、その他それに伴ない就業形態、賃金体系もいちじるしくうつりかわってきている現状よりみて、森林作業の方法、作業量、作業強度などの適正化をはかるために、作業者の生理的な立場からの研究調査を行なう作業者の立場に立つてのより安全、快適、軽度の負担を目的とした作業研究の進展が目下の急務といわねばならない。

しかるに、今までの作業研究は、梅田²⁾が述べているごとく、物の流れを対象とした工程研究、人の動きを対象とした時間研究、動作研究を主とし、テーラーによって打ち立てられた科学的管理法の一環であった。すなわち、生産能率を増進させることを目的とし、作業の能率化、標準化をはかる手段としてとりあげられた研究が主体をなしていた。しかし、今後作業に対する研究はまず実際に作業に従事中の作業者の労働量を生理的に適切に評量し、作業者の適正労働量に標準をおいた、労働科学的な面から、森林の作業法および作業量の基準を決める方向に進めることが重要であろう。

そこで筆者は、作業者の作業時の生理的変化を測定する科学的方法として、最近各研究部門とくに電子工学、医学の分野において、いちじるしい発展をもたらした計測技術（無線テレメーター）を森林作業における労働の測定に導入し、今まで測定できなかった、作業中の身体内部の動き、すなわち、作業者の作業前・中・後の心拍数という指標をもちいた生理的変化を作業動作をさまたげることなく正確に測定し、森林作業における労働科学的にみた作業法、作業動作、労働量、工程を決定しようとしたものである。

したがって、本論文においては、次の順序にしたがって記述した。

まず、最初に、計測方法を決定するため、従来の各種計測方法とその得失、林業労働における適合性、作業への障害、動作変化に対する追従性などについて詳しく検討し、その結果無線テレメーターによる測定方法がきわめてすぐれていることを見出し、つぎに、その測定法と労働のエネルギー代謝率（ $R \cdot M \cdot R$ ）測定と対比させて検討し、この測定法によって労働の強度を示

す尺度とすることの適合性について述べさいごにおいて、森林作業の中でも労働が厳しくまた機械化が進んでいる伐木、造材作業に本測定法を適用して労働量を計測し、その適正作業法、作業動作、作業量、功程などについて検討を加えた。

2. 作業研究を目的とした計測方法

1. 従来の計測方法

作業研究は云うまでもなく、作業効率、作業仕組、機械化等、作業の改善、能率の増進、労働の安全あるいは作業者の福利増進等を計るのを目的としたもので、林業経営における基本的知識として必要欠くべからざるものである。

これらの事を究明する方法として、代表的なものをあげると、古くはテイラーのストップウォッチによる時間分析、ギルブレスの動作研究、ホルムス、クイックの動作時間標準法、メナードのメソッドタイム測定法等の標準時間確立のための研究がある。

これらの作業研究方法は、その後発展の過程をたどり第2次世界大戦後は一段と進歩し現在にいたっている。しかし、現今までの作業研究方法は、あくまでその基礎となるものはテイラー、ギルブレス等によって打立てられた科学的原理にもとづく能率的管理法で、労働生理、心理学の面から改良されたといってもやはりその目的は、生産技術的手法で生産増大を目的にしたものが多い。すなわち、現在一般産業、企業におけるオートメーションシステムに見られるような人間を機械の一部品と考えた方式および機械に人間が使われるといった状態である。

近年、一般社会情勢からみて、公害問題、自然保護問題等人命および人間尊重が叫ばれる時代において、作業研究もこれに応じた方法で考えられねばならない。いいかえれば作業研究の成果を最高度に発揮させるためには、作業に関わる労働問題は科学的な人間の労働生理に基礎をおいた人間工学的な研究より出発させねばならないであろう。また、その上にたつて労働の適性量を求めて行かねばならぬ。ところで、労働科学的見地からの研究の方法としては、古くは、昭和11年古沢³⁾によって発表され、現在も行なわれているエネルギー代謝率測定(R・M・R.)をはじめ桐原外⁴⁾による『疲労判定のための機能検査法』に示されるように一般に約80種類の方法がある。ここでそれらのうち森林作業の調査に採用されている主なものについてのとると、

(i) エネルギー代謝率測定法(R・M・R.)

これは、作業に要したエネルギー量すなわち、労働代謝を作業者の基礎代謝で割った数値である。したがってこの数値は、基礎代謝の何倍のエネルギーが真の作業に対して必要であるかを示した数値である。そしてこの値は、一般的に性、年令、体格にかかわらず恒常性をもつとされている³⁾。

この数値(R・M・R.)は、次式により算出される。

$$\begin{aligned} R \cdot M \cdot R. &= \frac{\text{作業時全酸素消費量} - \text{作業時間内安静時の酸素消費量}}{\text{作業時間内の基礎代謝の酸素消費量}} \\ &= \frac{\text{作業時の消費熱量} - \text{安静時の消費熱量}}{\text{基礎代謝}} = \frac{\text{労働代謝}}{\text{基礎代謝}} \end{aligned}$$

なお、この方法は、測定精度が高いと云う利点はあるが、反面、作業者に負担をあたえる呼吸採取のためのマスクおよび袋を身につけなければならないことと、作業動作の変動に追従できないという大きな欠点がある。

(ii) フリッカーテスト

感覚機能検査の一つで、原理は、一定の明るさの中で一定の光を回転数を変えうるセクターで

断続させ、その光が連続光とみるか、断続光と見えるかの境界における閾値をもってその時の閾値を断続回数（サイクル／秒）で示し作業者の疲労および労働負担の程度を示すものである。その値をちらつき値（Flicker-Value）と呼んでいる。一般に疲労および労働負担の度合いが強くなるにしたがってちらつき値が低下するといわれる。この方法は、携帯にも便利でかつ検査方法も簡単であるが、反面、測定精度および経時的に連続して測定できないといった欠点がある。

(iii) 触二点弁別閾値法

感覚検査法のうち皮膚感覚検査の1つで、その原理は、エビングハウス触覚計または、ノギスの先端を象牙または、プラスチックでおおったもので、これを皮膚面に刺戟を同時に与え、その時に二点と弁別できる最短距離、すなわち、二点弁別値について変化をみるものである。これは一般に疲労すれば感覚や知覚が鈍化するという観点から用いられたもので、疲労が大きくなれば二点間の距離が増加することから疲労の程度または、推移状態を見ることができる。

この方法は、測定器、測定法が簡易であること、測定時間が短いこと、閾値が被検者の時々の内外諸条件によって敏感に影響されることが少ないという利点があるが、反面、触覚計尖端の接触技術に熟練を要すること、被検者の弁別基準を一定に保持させにくいこと個人差が大であること、作業継続中に測定が不可能なこと等の欠点がある。

(iv) ブロッキング法（連続色名呼称法）

心的機能検査の1つで、ある連続作業を被検者にあたえその作業遂行途中におけるつまずき（阻止現象）をみることにより疲労の有無や、その程度を判定しようとする方法である。これをみるために、連続色名呼称法が用いられる。これは一定の大きさの数色の色紙を一定の順序でならべた色板を、一定時間または、一定数連続して声を出して読ませ、その間の所要時間および誤りの数でもって疲労状態をみようとするものである。この方法は、触二点弁別閾値法と同様、測定方法が簡単でかつ携帯にも便利であり、被検査者がこの検査になれる程益々有効で時計操作にもとずく測定誤差も1/10sec以下にとどめることができる。反面、練習効果がかかなりあるので、本検査を行う以前に、1日数回、少なくとも5～10日間の練習を必要とすることが弱点であり、またこれも作業中に測定することは不可能である。

(v) 動作研究法

心的機能検査の1つで、作業動作は、人間の有意動作を含むあらゆる機能の総合結果であり、通常時と疲労時にその作業動作に変化のあることは当然考えられる。そこで本方法は、動作時間動作の形等動作量およびその質を逐時刻的に観察することにより、作業における作業者の作業疲労発生時点の把握やその対策によく使われる。しかしながらその変化の把握得る部分は作業の内容によって異なり個人差も大きく、一定の基準を設けることは困難である。

(vi) タッピング法

打叩速度を支配するものは、単に末端の筋肉疲労を現わすものでなく、運動中枢の興奮性を現わしているということから、打叩速度測定装置を使用して一定時間の打叩速度を調べその変化により作業者の疲労および労働の負担の度合いをみる方法である。この方法は打叩速度測定装置が必要であるが、林業のように作業域の広い所に作業者が散在している場合は、本装置による測定は困難である。しかし、簡易測定法として、数取器など使用することにより簡単に測定出来る。

(vii) 自覚症状調査

今まで述べてきた検査法は疲労および身体の負担の度合いを客観的にみる方法であるが、この方法は、質問によって主観的な疲労感を見出し、その疲労感の頻度より疲労度および身体の負担度を見出そうとする方法で表-1に示す質問紙によって調査を行なう、なおこの表は、産業疲労研究会で作られたものである。この中の質問型式は、A、B、Cと3群にわけられ、A群・身体的

表-1 自覚症状調査の様式

自 覚 的 症 状 調 査 表

次に示すような症状があったら項目の○の中に

・を, ない場合には√印をつけて下さい。

作 業 前 ・ 後

(不用の方を消すこと)

被験者の姓名

昭和	年	月	日	男	年齢	才	職種
				女	勤続	年	職場
							体重 身長

通勤時間 () 前夜の睡眠時間 () 主たる作業 ()

(日本産業衛生協会産業疲労委員会)

A	B	C
①頭がおもい.....○	①頭がぼんやりする.....○ ①頭がのぼせる.....○	目がつかれる.....○ ①目がちらちらする.....○ 目がぼんやりする.....○
②頭がいたい.....○	②考えがまとまらない.....○ ②考えるのがいやになる.....○	目がしぶい.....○ ②目がかわく.....○
③全身がだるい.....○	③一人でいたい.....○ ③話をするのがいやになる.....○	③動作がぎこちなくなる.....○ ③動作がまちがったりする.....○
体のどこがだるい.....○ ④体のどこがいたい.....○ 体のどこかのすじがつる.....○	④いらいらする.....○	足もとがたよりない.....○ ④ふらつく.....○
⑤肩がこる.....○	⑤ねむくなる.....○	あじがかわる.....○ ⑤臭がはなにつく.....○
いき苦しい.....○ ⑥むなぐるしい.....○	⑥気がちる.....○	⑥めまいがする.....○
⑦足がだるい.....○	⑦物事に熱心になれない.....○	まぶたやその他の筋がびくびくする.....○ ⑦.....○
つばがでない.....○ ⑧口がねばる.....○ 口がかわく.....○	一寸した事が思い出せない.....○ ⑧どわすれする.....○	耳が遠くなる.....○ ⑧耳なりがする.....○
⑨あくびがでる.....○	⑨する事に自信がない.....○ する事に間違いが多くなる.....○	⑨手足がふるえる.....○
⑩ひや汗が出る.....○	⑩物事が気になる.....○ 物事が心配になる.....○	⑩きちんとしていられない.....○

症状，B群・心理的症状，C群・神経感覚的症状等に関して各10項目の自覚症状について質問を行なうものである。そして，その調査方法は，質問紙を各被検者に渡し，各項目の症状について自覚感があれば印をつけ，なければつけないようにし，各項の印1つを1とし各群別または，A，B，C全体について頻度を見出し，疲労度および身体の負担度を判定しようとする方法である。

2. 計測方法の決定

林業労働において，労働科学的見地からの計測方法として本来あるべき条件としては，

- ①平常の作業，動作と全く相違しない状態を測定できること。
- ②測定時の心理的な面による影響をあたえないこと。
- ③作業中は勿論その前後においても連続的に測定できること。
- ④身体の動きに対して直ちに生理的な変動があるので，これに追従できること。
- ⑤作業による生理的，精神的な負荷が直ちに測定できること。
- ⑥地形的，作業環境に対して影響されないこと。
- ⑦出来るだけ簡単であること。

などの条件が考えられる。

果して，前述の各種の測定方法がこの条件に適しているであろうか，否である。すなわち，これらの方法は，ほとんどが実験室とか研究室においてのみしか使用できないか，または，作業を中断して測定しなければならないものである。精度については可成り高い測定法ではあるが，装置，設備，測定技術が非常に複雑であるということである。とくに林業関係においては，その作業場所が野外で主に傾斜地である場合が多く，測定には携帯にも便利でかつ検査方法が簡単なものが好ましいという制約から適当な計測方法は数少ない。今後，作業に従事している作業者を主体に労働科学的見地から研究を進めて行く場合，より精度の高い成果をおさめるためには，まず計測方法の如何が問題となる。

そこで，現在林業労働関係で採用されている計測方法について前記条件に適しているか否かを筆者らが森林作業の能率に関する研究⁹⁾¹⁰⁾と題して行なった地ごしらえ作業，植付作業，下刈作業の調査，および，毎木調査作業を通して検討してみた。使用した計測方法は，触二点弁別閾値法，ブロッキング法，フリッカーテスト，自覚症状調査，エネルギー代謝率（R・M・R）等の方法で，作業前，作業後の比較により作業の疲労の度合をみたものである。また，エネルギー代謝率については毎木調査作業における作業者の作業前，作業中，作業後の呼気を採集，分析し作業中の作業強度を求めたものである。しかし，検討の結果これらの方法は，林業労働における労働科学的見地からの計測方法として本来あるべき条件と対比した場合，検査方法が簡単であると云う利点はあるが，反面，測定精度が低いとか逆に測定精度が高いが，作業者に負担をあたえる器具を身につけなければならないとか，さらにこれらの方法は，作業の変動に追従して直接的瞬間的に労働中の作業者の生理的变化を測定できないといったきわめて大きな欠点があることが明らかになった。

では，それらの欠点をおぎなう方法としてどのような方法が考えられるかと云うと，現在医学の分野および保健体育の分野での研究に使用されているテレメーターにより生体の情報を得る装置が一例として考えられる。この装置は，生体の情報を電氣的の信号に変換し，無線方式による送受信機を使用し逐一連続的に記録できると同時に作業者は，観測者にほとんどわずらわされることなく遠くはなれて自由な姿勢で作業が出来ると云う装置である。

そこで，この装置を利用し，林業労働における作業者の労働科学的見地からの計測方法として使用できるかどうかをみるために，作業者にテレメーター装置を取りつけ検討してみた。その結果，作業者の作業中の心臓の動きを記録し，記録された心電図より単位時間当りの心拍数を求め

ることにより、かなり正確に作業者の生理的変化量がつかめることがわかった⁷⁾。

また、心拍数を生理的変化量の指標とするについては、吉村⁸⁾が心拍数は周期が短かく瞬時の生体の変化を敏感にとらえることが出来ると同時に生体の酸素消費量の指標にもなり、筋的労働による負担、精神的労働による負担の程度を判定するのに有効な方法であると述べている。このほか橋本等⁹⁾¹⁰⁾による大型バス運転手、電気機関車運転手の生理的負担に関する研究において精神的負担の指標として心拍数が用いられ、実用的な効果をあげている。また、G. KAMINSKY¹¹⁾が静的労働による負担の大きさを評価するにも心拍数の方がエネルギー消費量によるよりも効果的であると指摘している。

今後、林業労働において機械化が進展し、それに伴う問題点の的確な把握とその解決策の探索が必要となってくるが、心拍数の特徴を考えると、個人差の問題などあるが心拍数を指標にして測定する方法が作業負担や疲労等に関する人間を主体にした作業研究を行なうためにより効果的であると考ええる。

そこで本研究において、それらの事を考慮し、本研究の目的に沿いうる方法として、無線テレメーターによる計測方法を採用することにした。以下その方法の概要を述べる。

1) 生理的変化(心電図)測定方法としてのテレメーター装置

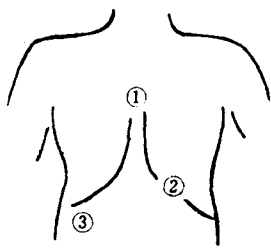


図-1 心電図誘導法

作業者の作業前、作業中、作業終了後の生理的変化(心電図)をとらえる方法として、まず図-1に示すように作業者の胸部上端①に⊕電極、胸部左乳下②に⊖電極、右下③アース電極等の心電図誘導のための皮膚電極を固定し、それらの電極から心拍鼓動をリード線で無線送信機に導き、図-2に示す構成により送受信し記録する方法である。すなわち、皮膚電極でとらえられた心臓の動きを送信機内において電気量に変換し、27.12MCの電波に乗せて発信し、それを受信機でとらえ熱ペン式記録計により記録する方法である。そして、その記録された心電図より図上で単位時間当りの心拍数

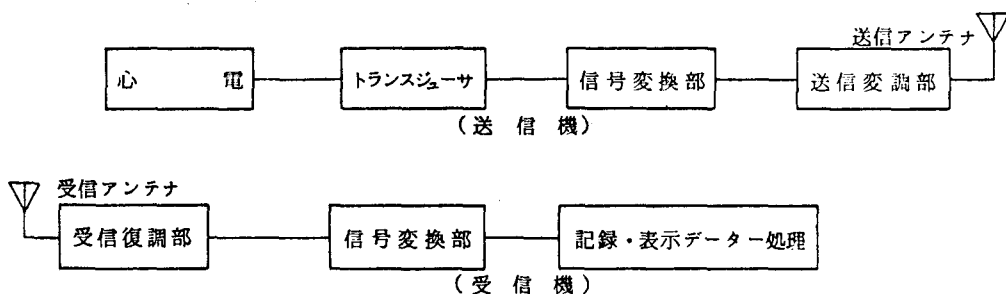


図-2 無線テレメーターの構成

を算出し、算出された心拍数を生理的変化量の指標とする。

本研究に使用したテレメーターは、フクダ電子機製造二要素医用テレメーターTPE 200型で二種類の生体の動きを電気現象に変換し、無線によって送受信および記録ができる装置で、送信機、受信機、記録機の三つからなっている。

2) 森林作業に従事している作業者についての調査測定事項

作業者の労働科学的な測定に基づいて、作業方法、作業動作、労働量、功程を適切ならしめるための研究であるから、作業者個人を対象としてつぎの事項について調査を行なった。

まず、A、作業者の労働強度に関係する因子として、

- 1, 各作業者の平静時心拍数（作業開始前の安静にした場合の心拍数）
- 2, 作業中の心拍数（実際に作業している時の心拍数）

B、作業方法、作業動作、功程に関する因子として

- 1, 時間分析およびビデオカメラにより、作業中の心拍数を測定している時の作業者の動作、姿勢、作業時間および作業量

C、その他作業に間接的に影響する因子として

温度、湿度、天候等の環境因子および傾斜角度、植生状態、立木密度等の作業地の立地条件
なお、作業手順は、現在主に行なわれている手法の場合について調査測定を行なった。

また、一般に心拍数は非常に個人差が大きいと云われている¹³⁾が、変化率をとることによって比較的個人差は少なくなると考えられることから、本研究においても作業者の安静時（作業前の平静時）の心拍数に対する作業中の心拍数増加率を次式により算出し、増加率を生理的变化量（負担の度合）を示す指標としてとりあげることにした。

$$\text{心拍数増加率} = \frac{\text{作業中の心拍数} - \text{平静時心拍数}}{\text{平静時心拍数}} \times 100$$

すなわち、この増加率は、たとえば増加率50と云えばその作業者の安静時心拍数の50%にあたる心拍数が作業のために増加したことを意味していることになる。

3. 労働科学的手法による標準労働量の算定

1. 心拍数増加率よりエネルギー代謝率（R・M・R.）の推定

心拍数の変化量を労働量と見なす場合、心拍数は、前章でも述べたように、精神的影響を受けやすく、性、年齢、体格、その時の情緒、運動の程度によって個人差が現われるために、直ちに指標とすることは問題であろう。そこで、本研究においては、沼尻¹³⁾、佐藤¹⁴⁾、Astrand¹⁵⁾等の実験によると、多少の個人差はみられるが、エネルギー代謝量と心拍数との間には直線的比例関係が成立すると云うことから、心拍数の変化よりエネルギー代謝量を推測しようとするものである。しかし、心拍数は、Palerson¹⁶⁾によると運動開始とともに急増し、その増加は最初の1分間で、しかも増加分の1/2は15秒以内であるとされ、そしてその理由は、神経の興奮によるものであるとBowen¹⁷⁾ Krogh¹⁸⁾、太田¹⁹⁾等が述べている。こうした、神経的要因によって増加する心拍数は、エネルギー代謝に関係がなく、筋活動直後の心拍数の増加とエネルギー代謝との関係については慎重にとりあつかうべきであるとBowen¹⁷⁾ Craig²⁰⁾が云っている。また、沼尻¹⁴⁾は佐藤¹³⁾がエネルギー代謝をR・M・R.で示し、これと心拍数の変化との関係を二人の被検者についてしらべた結果をもとに、心拍数を平静値に対する増加率としてR・M・R.との関係をみると、両被検者の心拍数は増加率となって一致した直線になり、心拍数は絶対値でみより平静値に対する増加率としてみる方が、R・M・R.との関係では個人差が捨象されると述べている。また、これらのことについては、橋本²¹⁾、Muller²²⁾、酒井²³⁾等によって裏付けられている。

以上のように、心拍数および心拍数増加率とエネルギー代謝率（R・M・R.）との間には高い相関があると云うことから、本研究においても、それにならって、各種森林作業における作業者

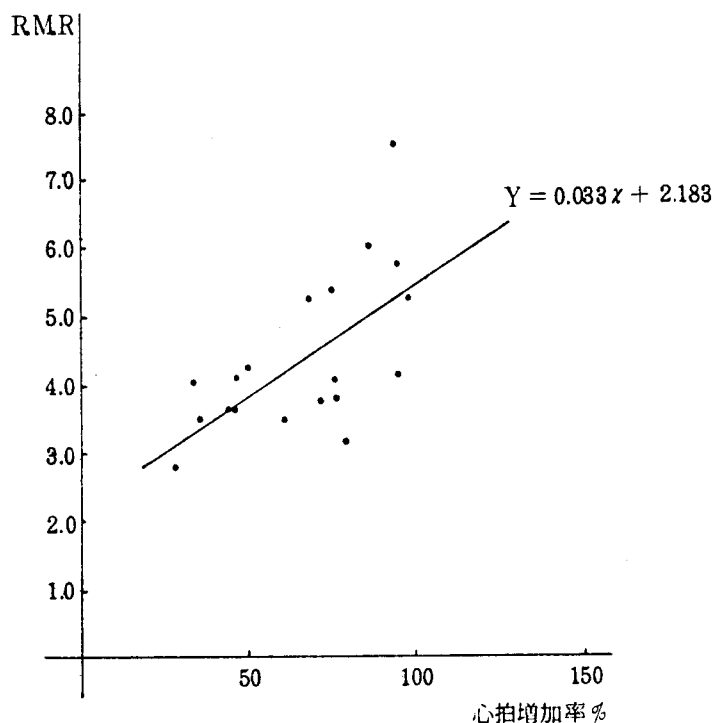
表-2 作業動作および手段別心拍数・心拍数増加率・エネルギー代謝率

作業動作および手段	作業中の心拍数 回/分	心 拍 数 増 加 率 %	エ ネ ル ギ ー 代 謝 率 R. M. R.	備 考
平 地 歩 行 (素手)	103- 86- 70	28.33	2.80	5km/時
平 地 歩 行 小型 チェンソーを持った場合	116-100- 80	49.00	4.00~4.50 4.25	チェンソー重量 7.8kg 歩行速度 4km/時
平 地 歩 行 大型 チェンソーを持った場合	128-112- 87	67.00	5.00~5.50 5.25	チェンソー重量 14.3kg 歩行速度 4km/時
傾 斜 地 歩 行 素 手 (登り)	138-123- 96	84.75	5.50~6.00 5.75	傾 斜 10°~15° 歩行速度 4km/時
傾斜地歩行 チェンソー を持った場合 (登り)	162-135- 90	102.50	7.00~8.00 7.50	傾 斜 10°~15° チェンソー重量 11.5kg 歩行速度 約4km/時
傾 斜 地 歩 行 素 手 (降り)	150-108- 90	59.75	3.00~4.00 3.50	傾 斜 10°~15°
傾斜地歩行 チェンソー を持った場合 (降り)	144-115- 96	71.25	3.50~4.00 3.75	傾 斜 10°~15° チェンソー重量 11.5kg
平坦地での玉切作業 (チェンソー)	104- 98- 86	45.33	3.60~3.70 3.65	立位, 胸辺り チェンソー重量 13.6kg
平坦地での玉切作業 (チェンソー)	98- 91- 85	35.67	3.40~3.60 3.50	立位, 腰辺り チェンソー重量 13.6kg
平坦地での玉切作業 (チェンソー)	109- 97- 86	44.33	3.60~3.70 3.65	屈位, 足下 チェンソー重量 13.6kg
傾斜地での玉切作業 (手鋸)	134-120- 99	74.00	5.10~5.60 5.35	立位 傾斜 10°~15°
傾斜地での玉切作業 (チェンソー)	168-125-108	75.00	4.00~4.10 4.05	立位, 腰辺り 傾 斜 10°~15°
傾斜地での玉切作業 (チェンソー)	120-111-102	76.00	3.50~4.10 3.80	屈位, 足下 傾 斜 10°~15°
伐 木 作 業 平 坦 地 チェンソー	132-119-108	78.67	2.90~3.40 3.10	
伐 木 作 業 傾 斜 地 チェンソー	163-131- 96	94.50	4.00~4.30 4.15	屈位 傾斜 20°
伐 木 作 業 傾 斜 地 手鋸	188-133- 99	93.50	5.50~6.00 5.75	屈位 傾斜 20°
造林作業 (地むしらい)	117- 97- 76	33.00	4.00~4.10 4.05	人力, 傾斜 15°~20°
造 林 作 業 (植付)	139-102- 75	46.00	4.00~4.20 4.10	人力, 傾斜 15°~20°
造 林 作 業 (下刈)	158-123- 83	97.00	5.10~5.40 5.25	手刈, 傾斜 15°~20°

の作業中の平均心拍数およびその増加率と、それに対応するエネルギー代謝率 (R. M. R.) を測定し、その両者の関係をみるため回帰分析を試みた。その結果、表-2, 図-3 に示すとおりその回帰式は $Y = 0.033x + 2.183$, 相関係数 $r = 0.6671$, 検定の結果有意であった。そしてこれらの回帰式を用いて、作業者の作業中の心拍数増加率からエネルギー代謝率 (R. M. R.) を推定した、その結果は表-3 に示すとおりである。

2. エネルギー代謝率 (R. M. R.) より消費熱量の推定

エネルギー代謝率 (R. M. R.) は労働代謝が基礎代謝の何倍であるかと云うことを示すもので、作業時間中の全代謝量からその時間内の安静時の代謝量を除去し、真の労働に対して算出されたものである。したがって、安静時の代謝 (一般に基礎代謝の1.2~1.25倍とされている) を基礎代謝の1.25倍とした場合、エネルギー代謝率に1.25を加え、基礎代謝を乗ずれば、エネルギ



図一 3 心拍数増加率とエネルギー代謝率との関係

ー代謝率 (R. M. R.) より単位時間(分)当りの消費熱量は求められる。その算出式は、

消費熱量Cal=B (R. M. R. +1.25)²⁴⁾である。

B：基礎代謝の日本人成人男子平均値0.95～1.00

1.25：安静代謝の基礎代謝に対する比で恒数

なお、基礎代謝は、厚生省の日本人基礎代謝の基準値を用いると、日本成人男子平均値は0.95～1.0 Cal である。これらの式を用いて前項で推定したエネルギー代謝率 (R. M. R.) より単位時間当りの消費熱量を推定してみると表一3に示すとおりである。

以上、1・2項の方法により、心拍数および心拍数増加率より単位時間当りのエネルギー代謝率、消費熱量をみちびき出すことによって、心拍数増加率を作業者の労働の強さまたは負担度を示す尺度として用いることは可能であろう。

4. 伐木作業について

1. 伐木作業法

伐木作業とは、森林内に存立している立木をおの、手鋸、チェーンソー等の道具を使用して伐倒する作業を云う。

立木を伐倒する場合、一般的には、まず、伐倒作業を容易にするため、伐倒方向を確実にするため、伐倒の際の倒下速度を緩かにし倒伏時の衝撃きを少なくするため、樹幹の割裂、しん抜けなどの材の損傷を防ぐために、伐倒方向に向けてその根元に受け口を作る、受け口を作り終えたら反対側から受け口の上辺に近く樹心に対して鋸が直角になるようにして追い口を切り立木を伐

表—3 単位時間当りの増加率・エネルギー代謝率・消費熱量

心拍数増加率	(R. M. R.) エネルギー代謝率	消費熱量 Cal/分	労働区分	備考	
10	2.513	3.575	C級 中 等 作 業	消費熱量 = B (R. M. R. + 1.25) B：基礎代謝量 日本人平均男子 0.95Cal	
15	2.678	3.732			
20	2.843	3.888			
25	3.008	4.045			
30	3.173	4.202			
35	3.338	4.359			
40	3.503	4.515			
45	3.668	4.672			
50	3.833	4.829			
55	3.998	4.986			
60	4.163	5.142			
65	4.328	5.299			
70	4.493	5.456			
75	4.658	5.613			
80	4.823	5.769			
85	4.988	5.926	D級 重 作 業		
90	5.153	6.083			
95	5.318	6.240			
100	5.483	6.396			
105	5.648	6.553			
110	5.813	6.710			
115	5.978	6.867			
120	6.143	7.023			
125	6.308	7.180			
130	6.473	7.337			
135	6.638	7.494			
140	6.803	7.650			
145	6.968	7.807			
150	7.133	7.964			E級 激 作 業
155	7.298	8.132			
160	7.463	8.277			

倒する。

伐倒方法は、使用する道具によって次のように大別される。まず、受け口、追い口ともおので切りこんで伐倒する方法、手鋸のみで受け口、追い口ともに挽ききる方法、手鋸とおのを併用する方法、チェーンソーによる方法、油圧作動のはさみ（ツリー・フェラー）による方法等の方法がある。これらの方法は、一長一短があり現在では能率の面から主にチェーンソーによる伐倒作業が多く行なわれている。そこでここではチェーンソーによる伐倒作業について、その要素作業および手順について述べる。

まず、伐倒作業の要素作業の種類としては、準備作業として、道具準備、後始末、作業段取り移動など、主体作業として、受け口切り、追い口切り、楔打込み、根張り切りなど、附帯作業として、足場作り、障害木取り除き、懸り木落し、切株直しなど、その他打合せ、手待などの職場

余裕、道具取替、修理、給油、退避などの作業余裕の種類がある。

ついで、伐倒順序であるが、一般的には伐倒道具を準備したのち、次の順序で伐倒作業は行なわれる。①伐倒木の障害木の除去、②作業を安全にするための足場作り、③伐倒方向の決定、④受け口切り、⑤追い口切り、⑥楔打ち、⑦伐倒完了、⑧サルカ切り、⑨根張り切り、といった順序で伐倒作業は終了する。しかし、以上のべた順序は一般的なものであって、実際には作業現場の地形、伐倒木の密度、種類などにより、より安全に作業を行なうためにはかなり複雑な手順で行なわれる。

表一4 伐倒作業における作業者の心拍増加率と労働量

作業種	使用機械			A 作業 者	B 作業 者	C 作業 者	D 作業 者	J 作業 者	F 作業 者	
伐 倒 動 作	チェンソー	森 林 内 (傾斜地)	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	81 5.801	113 6.804	79 5.738	105 6.565	104 6.522	79 5.738	6.195Cal/分
		平 坦 地	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	75 5.624	103 6.490	58 5.080				5.731Cal/分
移 動 歩 行	平 坦 地	素 手	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	30 4.218	30 4.218	25 4.066				4.167Cal/分
		小 型 チ ェ ン ソ ー を 持 っ た 場 合	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	43 4.609	63 5.236	41 4.547				4.797Cal/分
		大 型 チ ェ ン ソ ー を 持 っ た 場 合	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	67 5.362	80 5.786	54 4.954				5.367Cal/分
	山 腹 を 降 り る	素 手	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	51 4.860	59 5.111	67 5.362	62 5.205			5.135Cal/分
		チ ェ ン ソ ー を 持 っ た 場 合	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	62 5.205	94 6.413	65 4.954	64 6.459			5.498Cal/分
	山 腹 を 登 る	素 手	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	83 5.863	100 6.413	54 4.954	102 6.459			5.922Cal/分
		チ ェ ン ソ ー を 持 っ た 場 合	心拍数 増加率 労働量 Cal/分	105 6.565	100 6.413	73 5.550	132 7.400			6.482Cal/分

2. 伐木作業中の動作、労働量および労働時間

作業者の伐木作業中の動作について、大まかに類別してみると、まず、チェーンソー等の伐倒道具を持って伐採木から伐採木へ傾斜地の移動動作、伐倒するための足場作り動作、伐倒方向決定、伐倒木の鋸断動作等にわけることができる。そこでこれらの各々の動作に対する作業者の心拍数を指標にした生理的变化についての、いくつかの実験データ⁷⁾をもとにチェーンソー作業による動作別の労働量を計算した。

まず、労働量算定については、3において述べた方法によった。すなわち、単位時間当りの心拍数増加率より単位時間当りのエネルギー代謝率（R・M・R・）を求め、しかるのち求められたエネルギー代謝率より1分間当りの消費熱量を算出し、この消費熱量をもって伐木作業の労働量とした。その結果は表-4に示すとおりである。

まず、立木の伐倒鋸断動作（受口切り、追口切り、その他）についてみると、表-4から森林内（傾斜地 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ）で労働量は、各作業者により多少の違いはあるが、心拍数増加率 79~113 消費熱量5.738Cal/分~6.804Cal/分で平均6.195Cal/分であった。また、平坦地の場合は、58~103, 5.080Cal/分~6.490Cal/分、平均5.731Cal/分と森林内の場合より低い値を示している。

つぎに、移動歩行動作についてみる。平坦地での移動歩行動作の労働量は、素手の場合心拍数増加率は25~30, 消費熱量4.066Cal/分~4.218Cal/分、平均4.167Cal/分、重量7.8kgの小型チェーンソーを持った場合、41~43, 4.547Cal/分~5.236Cal/分、平均4.797Cal/分、重量14.3kgのチェーンソーを持った場合、54~80, 4.954Cal/分~5.786Cal/分、平均5.367Cal/分と重量が重くなるほど労働量（消費熱量）は高い値を示し作業者の負担の大きさを示している。

また、傾斜地での移動歩行動作の労働量は、降りて素手による時、心拍数増加率51~67, 消費熱量は4.860Cal/分~5.362Cal/分、平均5.135Cal/分、重量11.5kgのチェーンソーを持った場合62~94, 5.205Cal/分~6.208Cal/分、平均5.498Cal/分、また、素手で傾斜地を登る場合54~102, 4.954Cal/分~6.459Cal/分、平均5.922Cal/分、重量11.5kgのチェーンソーを持った場合、73~132 5.550Cal/分~7.400Cal/分、平均6.428Cal/分とチェーンソー重量等の違いはあるが、傾斜地における場合の方が平坦地での移動歩行に較べて高い値を示している。すなわち、森林内の傾斜地で

の作業者の労働量がいかに作業者に負担をあたえているかと云うことが推察できる。

以上、伐木作業中における動作別の心拍数増加率および労働量について述べてきた。表-5は米田²⁵⁾外によって調べられた伐木作業の単位作業別要素作業ごとの観測時間値と百分率表をもとに前述の動作別労働量より、まとまり作業として伐木作業の単位ごとの平均労働量を示したものである。なお、実際に測定出来なかった要素作業については、沼尻²⁴⁾外により調べられたエネルギー代謝率より推定した。表-5の結果から、一連のまとまり作業としての伐

表-5 伐木作業の単位作業別1時間当り平均観測時間値と百分率および労働量

単位作業	1時間当り 平均観測時間 (分)	観測時間 百分率 %	消費熱量 Cal
受口切	18.29	30.51	113.307
追口切	15.65	26.11	96.952
矢打ち	2.04	3.40	12.889
受口直し	0.40	0.67	1.843
足場作り	0.59	0.98	1.822
根張り切	1.95	3.25	10.096
移動歩行(空身)	1.64	2.74	9.066
移動歩行(持)	1.59	2.65	9.524
方向決定	3.10	5.17	8.099
障害除去	14.70	24.52	91.067
計	59.95	100	354.655
平均			5.9160Cal/分

木作業の平均的な労働量は、作業時間 59.95分で354.665Cal で単位時間当りになおすと、5.916 Cal/分であった。また、実働8時間の労働量に換算すると2,840Cal となり自由時間の労働量（エネルギー消費量）を含めた、1日の生活時間内の労働量は、2,840Cal に1,300Cal を加えた4,140Cal となり沼尻²⁴⁾が調査した造材夫4,400Cal、ブナ材伐木5,000Cal に近い値を示している。なお、ここで云う自由時間の労働量とは、勤務時間外の休憩・通勤・睡眠・食事・その他家庭内での仕事の事で一般にその消費エネルギーは、1,300Cal とされている²⁴⁾。

なお、伐木作業の8時間労働量2,840Cal は、沼尻²⁴⁾の労働強度分類によるとその労作強度はやや重い労働～重い労働に属し、その80%はチェーンソーによる鋸断動作である。

つぎに、労働量の許容限界をもとに伐木作業の適正労働時間について考察してみる。

ここで云う労働量の許容限界とは、気温・輻射熱の高さ、曝露時間の長さ、作業者の体格、体力熟練度等により多少の相異はあるが、一般的にみて疲労なしに毎日持続可能な労働量の限界をさし、一般にこの限界は、大島の調査²⁶⁾結果によると、日常の労働は短時間の可能最大作業量または最大能力の50%～60%を標準としている。また沼尻²⁴⁾が実際の8時間労働の最大を求めた値は、次のような結果である。

自由労働者	ケーブル新設作業	4,050Cal
	コンクリート破壊	3,406〃
	舗装路 破壊	3,400〃
	レンガ 破壊	3,844〃
農 業	耕耘砕土	3,324〃
造 林	除 伐	3,180〃
平 均		3,367〃

この結果の50%～60%をとると、1,680Cal～2,000Calとなるとしている。このほか、白井²⁷⁾、鈴木²⁸⁾、村元²⁹⁾等の調査結果から総合して沼尻は、男子8時間の労働量は平均1,800Cal～2,000Cal を最上限とし、女子は体格および基礎代謝いづれも5%減少とみて1,600Cal～1,700Cal 程度であるとしている。これらの平常時の労働量をもとに、先に調査したまとまり作業としての平均的な伐木作業の労働量より平均的な伐木作業の1日の労働時間を推定してみると、結果は304.26分～338.07分となる。すなわち、チェーンソーによる伐木作業の1日の労働時間は、5時間～5時間半がてきとうな時間であると考ええる。いいかえれば、1日の労働時間を5時間から5時間半程度になるように作業の時間配分をすればあまり作業者に負担をあたえないと云うことである。

5. 造材作業について

1. 造伐作業法

造材作業とは、伐倒された木の枝払い、木取り、玉切りをし場合によっては剥皮までの一連の作業を云う。これらの造材作業は、伐倒作業にひきつづいて伐木造材作業としてのまとまり作業として行なわれる場合と、伐倒後しばらく日時を経てから行なわれる場合がある。最近は、集材技術の発展により伐倒集材後盤台で行なわれることが多い。

つぎに、造材作業手順であるが、まず、伐倒された材の上を移動しながら枝払を行なう、ついで枝払した材を用途に適した材長に玉切るべく木取を行ない、そののち、木取りされて印付したところを材幹に直角に玉切り鋸断を行なう。これらの作業を行なうには、チェーンソーのみで行なう場合、枝払だけ斧で行ない玉切りのみチェーンソーで行なう場合、また、枝払を斧で行ない玉切

表-6 造材作業における作業者の心拍数増加率と労働量

				作業中の労働量 Cal/分							
				A 作業者	B 作業者	C 作業者	E 作業者	F 作業者	I 作業者		
アイドリング中の チェーンソー保持		増加率 労働量Cal/分		18 3.826	10 3.575					3.701	3.701
横 倒 木 の 玉 切 作 業	平 担 地	立位, 胸辺り	増加率 労働量Cal/分	48 4.766	56 5.017	32 4.265				4.683	3.763 5.205 4.571
		立位, 腰辺り	増加率 労働量Cal/分	37 4.421	54 4.954	16 3.763				4.379	
		屈位, 足下で	増加率 労働量Cal/分	52 4.892	62 5.205	19 3.857				4.651	
	森 林 内	立位, 胸辺り	増加率 労働量Cal/分	100 6.413	144 7.776					7.095	5.236 7.776 6.067
		立位, 腰辺り	増加率 労働量Cal/分		87 5.989	63 5.236				5.613	
		屈位, 足下で	増加率 労働量Cal/分	76 5.644				76 5.644	80 5.769	5.686	
	林道上		増加率 労働量Cal/分	57 5.048		35 4.359				4.704	4.704
	林道脇の鋸積丸太上		増加率 労働量Cal/分				39 4.453			4.453	4.453
	平坦地玉切・枝払い		増加率 労働量Cal/分		55 4.986					4.986	4.986
検尺および玉切 附帯作業	林道上		増加率 労働量Cal/分	41 4.548						4.548	4.704
	森林内		増加率 労働量Cal/分	51 4.860						4.860	
土場作業	ツルによる丸太並べ		増加率 労働量Cal/分				49 4.798			4.798	4.594
	玉切附帯作業		増加率 労働量Cal/分				36 4.390			4.390	
	立位仕事待		増加率 労働量Cal/分				17 3.794			3.794	3.794

りを手鋸で行なう場合等があるが、現在では、ほとんどチェーンソーのみで行なわれる場合が多い。

造材作業の要素作業の種類としては、準備作業として、伐木作業と同様道具準備、後始末、作業段取り、移動など、主体作業として枝払い、節打、皮剥、玉切り、木口直し、サルカ切り、附帯作業として、足場作り、障害木切り、障害木取り除き、造材寸法測尺、丸太回転、その他打合せ、手待などの職場余裕、道具取替、修理、交換などの作業余裕がある。

2. 造材作業中の動作、労働量および労働時間

造材作業中の作業者の動作について類別してみる。まず、チェーンソー、斧、腰ナタ等の道具を持って伐倒された木の上を移動しつつ枝を払う動作、測尺動作、玉切りするための足場作り動作、玉切り鋸断動作等に分けることができる。そこでこれらの動作および造材作業中作業者が特に考慮しなくてはならない要因を明らかにするために、心拍数を指標にした作業者の生理的变化についてのいくつかの実験結果⁷⁾に基き、伐木作業の場合と同様の手法で、チェーンソーのみで行われた造材作業の場合について動作別の労働量を計算してみた。すなわち、造材作業の各種動作の単位時間当りの労働量は表一6に示すとおりである。

まず、アイドリング中のチェーンソーを保持している場合、その労働量は、消費熱量 3.575Cal/分～3.826Cal/分 で平均3.701Cal/分 である。つぎに、平坦地における動作別の横倒木の玉切り鋸断動作についてみると、立位で胸のあたりにチェーンソーを保持して鋸断する場合、その労働量は、4.265Cal/分～5.017Cal/分の範囲で平均4.683Cal/分、立位で胸のあたりにチェーンソーを保持しての場合、3.763Cal/分～4.954cal/分、平均4.379Cal/分、屈位で足下にチェーンソーを保持した場合、3.857Cal/分～5.205Cal/分、平均4.651Cal/分である。また、森林内の傾斜地における動作別の横倒木の玉切り鋸断動作についてみると、立位でチェーンソーを胸のあたりに保持して鋸断する場合、6.413Cal/分～7.776Cal/分の範囲で平均7.095Cal/分、立位で胸のあたりにチェーンソーを保持する場合、5.236Cal/分～5.989Cal/分、平均5.613Cal/分、屈位で足下にチェーンソーを保持する場合、5.644Cal/分～5.769Cal/分、平均5.686Cal/分と森林内での作業動作の方が平坦地での作業動作にくらべてはるかに高い労働量を示している。

とくに、作業姿勢が、チェーンソーを高くかかげた動作の場合森林内の傾斜地においては勿論のこと、平坦地においても高い労働量を示している。このことは、玉切り作業時の作業姿勢が作業者の生理負担を大きく左右していることがわかる。

このほか、検尺や玉切り附帯作業においても、林道上の場合4.390Cal/分～4.548Cal/分であるのに対し、森林内の場合4.860Cal/分と高い労働量を示し、森林内での作業動作がいかに作業者に高い負担をあたえるかと云うことが推察できる。

以上、造材作業中における動作別の労働量について述べてきたが、つぎに、米田²⁵⁾外により調べられた造材作業（測尺、玉切り作業、枝払い作業）の単位作業別要素作業ごとの観測時間値と百分率表をもとに、前述の造材作業の動作別労働量より、まとめり作業としての造材作業の単位作業ごとの平均労働量を推定してみる。結果は、表一7に示すとおりである。なお、実際に測定出来なかった要素作業については、沼尻²⁴⁾外により調べられたエネルギー代謝率（R・M・R・）より推定した。表一7の結果から、一連のまとめり作業としての造材作業の平均的な労働量は、作業時間 60.00分で 297.207Cal であり、単位時間当りに直すと 4.953Cal/分、実働 8 時

表一7 造材作業の単位作業別 1 時間当り平均観測時間値と百分率および労働量

単 位 作 業	1 時間当り 平均観測時間 (分)	観測時間 百 分 率 %	消費熱量 Cal
測 尺	5.68	9.47	12.141
玉 切	15.10	25.17	80.317
枝 切	12.37	20.62	48.769
節 切	4.89	8.15	19.279
障 害 木 除 去	4.44	7.40	27.506
木 口 廻 し	7.22	12.30	53.157
移動歩行（空身）	3.77	6.28	23.208
〃 （持）	4.35	7.25	27.135
段 取	2.18	3.63	5.695
計	60.000	100	297.207
平 均			4.953Cal/分

間当りの労働量に換算すると、2,377.44Cal、1日の生活時間内の労働量は3,677.44Calとなり、伐木作業の場合よりいくぶん低い値を示しているが、労働強度区分では重労働の区分に属している。

つぎに、伐木作業の場合と同様、労働の許容限界をもとに造材作業の適正労働時間を推定してみる。労働の許容限界は伐木作業の所で述べたように、一般に男子8時間の労働量は、平常1,800Cal～2,000Calであると云うことが、これをもとにして、先に調査したまとまり作業としての平均的な造材作業の労働量より、平均的な1日の適正労働時間を推定してみる。結果は363.42～403.80分となる。すなわち、造材作業の平均的な1日の労働時間は、作業現場の状態、作業姿勢などにより変化はあるが一応6時間～7時間が適当な時間であると推察する。

6. ま と め

森林作業の方法、作業量、作業強度などの適正化をはかることを目的として、作業者の立場に立つての労働科学的な作業研究を行ってきた。そして、その方法として、最近医学、電子工学の分野においていちじるしい発展をもたらしている計測技術（無線テレメーター）を森林作業における労働量の推定に導入し、作業者の作業前、作業中、作業後の心拍数を測定し心拍数増加率を算出し生理的变化量を明らかにし、森林作業における労働科学的にみた作業法、作業動作、労働量、労働時間等について究明してきた。

まず、作業者の生理的变化量の労働科学的計測技術であるが、心拍数および心拍数増加率を指標として、これをテレメーターで測定し、エネルギー代謝率との関係を見ることにより多少の個人差等の問題はのこるが、一応の傾向として初期の目的にそった計測法であると判断され、今後の労働科学的方法による作業研究に充分使用できるものと推察する。

つぎに、上述の計測方法を用いて、森林作業において、もっとはげしい労働であり、機械化の進んでいる伐木造材作業について、作業動作、労働量、標準労働時間をみると、作業動作において、伐木作業、造材作業ともチェンソー等を持って斜傾地の移動歩行動作および伐倒、玉切り作業における作業姿勢が作業者に多大の負担をあたえる動作であることがわかった。すなわち、立位で両腕をのばしての鋸断動作が最も作業者に負担をあたえ、ついで屈位で足下の材を鋸断する動作、最も負担の少ない動作は、立位で腰のあたりで材の鋸断を行なう動作であった。

チェンソーによる伐木作業の労働量、標準労働時間は、森林内の傾斜地で5.738Cal/分～6.804Cal/分、平均6.195Cal/分、平坦地で、5.080Cal/分～6.490Cal/分、平均5.731Cal/分、まとまり作業としての平均的な伐木作業の標準労働量は、5.916Cal/分でそれにとまう1日標準労働時間は、304.26分～338.07分が作業者にあまり負担をあたえない時間であると推定する。

造材作業の労働量、標準労働時間は、森林内の傾斜地で、5.236Cal/分～7.776Cal/分、平均6.067Cal/分、平坦地で3.763Cal/分～5.205Cal/分、平均4.571Cal/分、まとまり作業としての平均的な造材作業の標準労働量は、4.953Cal/分でこれにとまう1日の標準労働時間は、363.42分～403.80分であると推定する。

文 献

- 1) 四手井綱英外8名著；造林学，東京朝倉書店，1965
- 2) 梅田三樹男；林業の作業研究，朝倉書店，1953
- 3) 古沢一夫；労働科学 13 1936
- 4) 桐原葆見外；疲労判定のための機能検査法，同文書院 1962

- 5) 佐野宗一・中島能道・和田茂彦・神崎康一・山本俊明他；地ごしらえおよび植付作業の能率に関する研究，京大演習林報告No.39, p144~170, 1967
- 6) 神崎康一・佐野宗一・和田茂彦・吉村健次郎・山本俊明；下刈作業の能率に関する研究，京大演習林報告，No.39, p171~183, 1967
- 7) 藤井禧雄・山本俊明；伐木造材作業の特質について，京大演習林報告，No.43 p229~245, 1972
- 8) 吉村 博；精神作業の負担と心拍数，労働科学，23 (12), 62~63 1968
- 9) 橋本邦衛・白井薫・深野重次郎；バス運転の生理的負担に関する研究，鉄道労働科学，15, 39~38, 1962
- 10) 橋本邦衛・白井薫・深野重次郎；電気機関車乗務の生理的負担に関する研究，16, 75~123, 1964
- 11) Kaminsky, G. ; Der Energieverbrauch bei der Arbeit mit Hand und Motorsägen, FORSTARCHIV Heft 9, 202-205, 1956
- 12) 人間工学ハンドブック編集委員会編；人間工学ハンドブック，東京金原出版，1966
- 13) 沼尻幸吉；エネルギー代謝と心拍数との相関について，労働科学，50, 2, 79~88, 1974
- 14) 佐藤繁三；労働時における搏動酸素量について，体力科学，8, 123~131, 1959
- 15) Astrand, I. ; The physical work capacity of workers 50-60 years old, Acta physiol. Scand. 42, 73-86, 1958
- 16) Palerson, W. D. ; Circulatory and respiratory changes in response to muscular exercise in man, J. physiol. 66, 323-345, 1928
- 17) Bowen, W. P. ; Changes in heart-rate blood pressure and duration of systole resulting from bicycling, Am. J. physiol. 11, 59-77, 1904
- 18) Krogh, A. and Lindhard, J. ; The regulation, of respiration and circulation during the initial stages of Musular work, J. physiol. 47, 112-136, 1913
- 19) 太田三郎；運動時に於ける血液循環系変化の機序，日本生理誌，15, 93~100, 1953
- 20) Craig, F. N. et. al. ; Slowing of the heart at beginning exercise, J. Apple. physiol 18, 353-356, 1963
- 21) 橋本邦衛；労働負担の指標，人間工学ハンドブック，447~448, 金原書店 1966
- 22) Muller, E. A. ; Maximum Permissible weight to be carried by one worker, 34 I.L.O., 1964
- 23) 酒井学・阿部艶子；エネルギー代謝率と心拍数との関係，蓄試管工，(66-1), 農林省 1932
- 24) 沼尻幸吉；労働の強さと適正作業量，労働科学叢書VII, 労研出版部 1970
- 25) 米田幸武・中村英石・辻隆道・渡部庄三郎・石井邦彦；林業の標準功程表あてはめに関する研究（その2），林業試験場研究報告，149, 1963
- 26) 大島正光；労働負担の適正化，労研講習会資料，1953
- 27) 白井伊三郎；労働科学，27 (1), 590, 1951
- 28) 服部・鈴木（慎）；保安衛生1(2), 70, 1(1), 15, 1954
- 29) 村元広行外；鉄鋼労働衛生，2 (3~4), 55, 1953

Résumé

This report is present the results of investigation about working motion, working load and standard working hours in the felling and bucking operation.

We concluded from this investigation that in the forest the operation and the walking with a chain saw gave remarkable physiological load on the workers in comparison with these on the even ground.

Next, in regard to the working load and the standard working hours, on the occasion of felling operation by chain saw, the working load is 5.738Cal/minute~6.804Cal/minute, average 6.195Cal/minute in the forest and 5.080Cal/minute~6.490Cal/minute, average 5.731 Cal/minute on the even ground.

The standard working load of the average felling operation is 5.916Cal/minute and the standard working hours in a day were about 303.26~338.07 minutes.

While, on the occasion of bucking operation, the working load is 5.236 Cal/minute~7.776 Cal/minute, average 6.067 Cal/minute in the forest and 3.763 Cal/minute~5.205 Cal/minute, average 4.571 Cal/minute on the even ground.

The standard working load of the average bucking operation is 4.953 Cal/minute and the standard working hours in a day were about 363.42~403.80 minutes.